AUS DEM ZAHNÄRZTLICHEN INSTITUT DER UNIVERSITÄT BASEL
KLINISCHE ABTEILUNG: VORSTEHER: PROF. DR. OSKAR MÜLLER

ÜBER DIE DESINFEKTION DES DENTINS BEI PULPAGANGRÄN UNTER ANWENDUNG VON ASPHALIN, RIVANOL, JODOFORMPASTE (WALKHOFF) UND JOD

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG

DER

DOKTORWÜRDE DER ZAHNHEILKUNDE

DER

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT BASEL

VORGELEGT VON

SAMUEL RICHTER
BRUNNADERN (ST. GALLEN)

VERLAGSBUCHHANDLUNG JULIUS SPRINGER IN BERLIN. 1929

Von der medizinischen Fakultät Basel genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. Oskar Müller.

Basel, den 4. Juni 1928.

Der Dekan: R. Rössle.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Sonderdruck aus „Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde", 1929, Nr. 5

1. Einleitung.

Wenn wir einen Zahn, der an Pulpagangrän erkrankt ist, eröffnen, so finden wir an Stelle der Pulpa eine putride, übelriechende, jauchige, graugrün verfärbte, höchst infektiöse Masse vor.

Die Behandlung eines gangränösen Zahnes geht nun darauf hinaus, diesen infektiösen, putriden Kanalinhalt möglichst restlos zu entfernen, den Kanal zu reinigen, zu erweitern und zu desinfizieren, und ihn dann mit einer Wurzelfüllung von lange andauernder Desinfektionskraft zu versorgen.

In neuerer Zeit richtet sich die Aufmerksamkeit bei der Behandlung der Pulpagangrän immer mehr auf die Frage: *Wie ist es möglich, ein Weiterschreiten des Prozesses bzw. eine Reinfektion nach gelegter definitiver Wurzelfüllung auszuschließen?* (*Mayrhofer, Cevey*).

Die vielen Arbeiten, die in den letzten Jahren auf diesem Gebiete erschienen sind und die verschiedenen Behandlungsmethoden, die vorgeschlagen wurden, zeigen, daß wir hier noch keine Maßnahmen besitzen, die in jedem Falle mit Sicherheit eine restlose, dauernde Abheilung des Krankheitsprozesses verbürgen.

Wir wissen, daß bei einer Pulpagangrän (gleich, ob es sich um eine einfache oder eine komplizierte Gangrän handelt) folgende Teile der Zahnwurzel infiziert sind:

1. der Wurzelkanal,
2. die Markkanäle und die Verästelungen der apikalen Gegend,
3. das Dentin.

Die Versuche der vorliegenden Arbeit erstrecken sich auf das *Dentin* und schließen an die Untersuchungen von *L. Girard* an, der die Infektion des Dentins bei Pulpagangrän sowie die Resultate nach Behandlung derselben mit *Asphalin* beschrieb.

Meine Versuche gehen einen Schritt weiter. Vorerst wurden die Untersuchungen mit *Asphalin* an einer Reihe von 8 Zähnen fortgesetzt, was uns Gelegenheit zur Nachprüfung der von *Girard* beschriebenen Befunde gab. An weiteren 11 Fällen wurden Einlagen mit:

Rivanol (in 2‰ wässeriger Lösung),
Jodoformpaste (nach *Walkhoff*),
Jod (in Substanz am Catgutfaden)
gemacht.

Es wurde nun untersucht, ob es mit einem der oben angegebenen Desinfizientien möglich ist, das Dentin einer gangränösen Zahnwurzel keimfrei zu machen.

2. Hauptsächliche bisherige Untersuchungen.

Literatur.

Wie bereits in der Einleitung erwähnt wurde, sind genaue Untersuchungen über Pulpagangrän noch ziemlich neueren Datums. Es sollen in diesem Kapitel kurz die Resultate der wichtigsten bisherigen Untersuchungen erwähnt werden.

Auf Grund seiner experimentellen Untersuchungen über Gangrän an der Zahnpulpa gibt *Arkövy* an, einen spezifischen Erreger der Pulpagangrän gefunden zu haben. Er nennt ihn: Bacillus gangraenae pulpae. *Arkövy* fand diesen Bacillus in 43 untersuchten Fällen 41mal vor, d. h. in 95,34% der Fälle.

Gysi machte in einer D.D.S.-Versammlung des Jahres 1901 auf die „vorzügliche Kombination von Trikresol und Formalin" bei der Behandlung und Füllung putrider Wurzelkanäle und zur Mumifikation frisch abgetöteter Pulpastümpfe aufmerksam. Nach ihm muß ein Medikament, das zur Dauerinfektion eines putriden Wurzelkanales oder zur Mumifikation der Pulpastümpfe in Frage kommt, 3 Löslichkeitsgrade besitzen. Es muß eine leicht lösliche, eine schwer lösliche und eine unlösliche Komponente vorhanden sein. Diese Eigenschaften besitzt *Gysis Triopaste*, welche das leicht lösliche Trikresol-Formalin, das schwer lösliche Kreolin und das unlösliche Zinkoxyd enthält.

Baumgartner erwähnt bei der bakteriologischen Untersuchung von gangränös zerfallenen Zahnpulpen hauptsächlich die Anwesenheit anaerober Spirochäten und fusiformer Bacillen. Er empfiehlt nach seinen Erfahrungen als bestes Medikament für Wurzelfüllungen und zur Behandlung der Pulpagangrän eine Paste, bestehend aus Trioxymethylen, Thymol und Menthol.

Im Jahre 1909 wies *Mayrhofer* in einer Arbeit, die sich auf 179 untersuchte Fälle stützte, auf die Unmöglichkeit einer vollständigen Desinfektion des Wurzelkanals mit Trikresol-Formalin (*Buckley*) hin. Die bakteriologische Untersuchung der gangränösen Pulpen und Wurzelkanäle veranlaßten ihn zur Annahme, daß *Streptokokken* die hauptsächlichsten Erreger der verschiedenen Wurzelkanalinfektionen sind. Diese Ansicht wurde im gleichen Jahre von *Montigel* und später von *Cevey* widerlegt. *Mayrhofer* verwendet als Dauerfüllung für den Wurzelkanal Perubalsam. Dieser soll dank seiner desinfizierenden Eigenschaft und der Fähigkeit, evtl. zurückgebliebene Bakterien durch Einschließung unwirksam zu machen, am besten geeignet sein, eine Reinfektion der Wurzel auszuschließen.

Die Nachprüfung der Mayrhoferschen Untersuchungen und Behandlungsmethode durch *Cevey* berechtigen jedoch diesen zum Schluß, „daß weder die Trikresol-Formalin noch die Perubalsammethode geeignet sind, den Ansprüchen, die wir vom bakteriologischen Standpunkt aus an eine Wurzelfüllungsmethode stellen müssen, entsprechen".

Blessing untersuchte im Jahre 1914 einige bei der Therapie der Pulpagangrän gebräuchliche Mittel in bezug auf ihren antibakteriellen Wert. Er machte Versuche mit Trikresol-Eugenol-Formalin, Aqua regia, Pulpakavol (Thymolalkohol), Antiformin, Perugen und Phobrol Roche. Seine vorerst in vitro angestellten Versuche zeigen, daß diese Mittel durchwegs stark bactericide Eigenschaften besitzen. Das Resultat der klinisch-bakteriologischen Untersuchungen spricht zugunsten des bei uns weniger bekannten Phobrol. Es folgen dann weiter Thymolspiritus und Aqua regia. Mit diesen Mitteln erzielte *Blessing* eine sichere Sterilität der Wurzelkanäle. Pulpakavol, Antiformin, Trikresol-Formalin und Perugen erwiesen sich in dieser Hinsicht als weniger gut.

Die Wirkung der in der Praxis allgemein gebräuchlichen Triopaste von *Gysi* auf die gangränöse Pulpa wurde von *Cuendet* (1920) klinisch und bakteriologisch untersucht. Er behandelte 60 Zähne und füllte ihre Wurzelkanäle mit der Gysipaste. Das Resultat dieser Methode ist nach *Cuendet* ein außerordentlich günstiges. Bei einfacher Gangrän erzielte er mit der Triopaste-Wurzelfüllung eine vollkommene Desinfektion des Wurzelkanales in sämtlichen Fällen. Bei komplizierter Gangrän trat nur in 5 von 31 Fällen eine Reinfektion ein. *Cuendet* beobachtete in Kulturen und Präparaten, die er aus Zähnen mit Pulpagangrän angelegt hatte, dieselben anaeroben Bakterienarten, die schon *Idmann* und *Monier* beschrieben hatten, nämlich:

Bacillus Ramosus,
Bacillus Perfringens,
Bacillus Thetoides,
Bacillus Fusiformis,
kommaartige Formen.

Außerdem fand er noch einige Mikroorganismen der normalen Mundflora vor, und zwar fadenförmig aneinandergereihte Bakterien und Spirochäten. *Cuendet* machte mit der Triopaste einige Versuche in vitro, bei welchen es sich zeigte, daß bereits eine Menge von 0,1 g genügte, um 24 Stunden alte Kulturen von B. coli und Staphylokokken in 24 Stunden abzutöten.

Heinemann veröffentlichte im Jahre 1926 seine Methode für die Behandlung pulpakranker und pulpaloser Zähne. Er geht von der Grundidee aus, „daß wir im Wurzelkanal alles vermeiden müssen, was Eiweiß koaguliert". Als Eiweiß fällende Antiseptica haben sich erwiesen Alkohol, Phenol, Chlorphenol, Trikresol-Formalin, Aqua regia, Salzsäure. Eiweiß *nicht* koagulierend sind Formaldehyd konzentriert, Hypochlorit (*Braun*), salzsaures Pepsin, Perhydrol, Chloroform, Chloramin (*Heyden*) konzentriert, Rivanol 2proz., Presojod. Bei Anwendung von Eiweiß koagulierenden Desinfektionsmitteln im Wurzelkanal bildet sich dort, wo das Medikament mit dem Plasma der Dentinkanälchen in Berührung kommt, ein Pfropf aus geronnenem Eiweiß, der das Tiefereindringen des Antisepticums verhindert. Mit der Zeit aber wird dieser Pfropf durch die im Dentinkanälchen eingeschlossenen Bakterien zerstört, diese gelangen in den Wurzelkanal und können dort erneuten Schaden anrichten. Wird ein Nebenkanälchen der Regio ramificationis am Apex auf diese Weise verstopft, so können die Bakterien unversehrt in das periapikale Gewebe auswandern.

Zur Auflösung der putriden Massen verwendet *Heinemann* eine salzsaure Pepsinlösung, durch welche der Wurzelkanalinhalt verdaut wird. Die Reinigung

des Kanals geschieht durch aufschäumende Agenzien wie Hypochlorit in Verbindung mit Chloramin (*Heyden*) und Perhydrol. Durch Formalin-Rivanoleinlagen wird der Wurzelkanal desinfiziert, bis die Sterilitätsprobe befriedigend ausfällt. Dann erst folgt die definitive Wurzelfüllung, und zwar durch eine Harzlösung in Chloroform, in Verbindung mit Chloropercha und Guttaperchaspitze. Da jede dieser Substanzen in der vorhergehenden löslich ist, wird die Diffusionskraft und die Capillarität gut ausgenützt.

In einer kürzlich erschienenen Arbeit berichten *F. Schick* und *M. Fischer* über die Ergebnisse ihrer bakteriologischen Untersuchungen an Zähnen mit Pulpagangrän und die Wirkung einer Reihe von Entkeimungsmittels, die sie bei ihren Versuchen anwandten. Die Autoren behandelten im ganzen 150 gangränöse Zähne am Lebenden. Bei der bakteriologischen Untersuchung des unberührten Kanalinhaltes fanden sie vor allem zwei Bakterienarten: Streptococcus lacticus (*Kruse*) und Bacillus acidophilus.

Die beiden Bakterien wurden in 97% der Fälle beobachtet. In 3% der Fälle fanden sie den Staphylococcus albus mit den obengenannten beiden Bakterien vergesellschaftet. Die Frage, ob diese Bakterien, die auch bei der Ätiologie der Zahncaries eine Hauptrolle spielen, in der gangränösen Pulpa nur als Begleitbakterien oder als die Erreger der Pulpagangrän selbst anzusehen sind, wird offen gelassen. *Schick* und *Fischer* glauben mit den meisten übrigen Autoren, daß mit großer Wahrscheinlichkeit *Anaerobier* die Ursache des Pulpazerfalles sind.

Im Anschluß an die erwähnten bakteriologischen Befunde untersuchten *Schick* und *Fischer* (ähnlich wie *Blessing*) die Desinfektionskraft von Chloramin, Rivanol, Monochlorphenol, 75proz. Alkohol, Trikresol-Formalin, Milchsäure konzentriert, Sublimatalkohol und Silberoxyd. Auch hier ergab das *Trikresol-Formalin* (unter Voraussetzung seines frischen Zustandes) die besten Resultate. Sehr gute Ergebnisse wurden ebenfalls mit *Rivanol* und Chlorphenol erzielt.

Die Untersuchungen von *L. Girard*, mit welchen meine Versuche in engerem Zusammenhang stehen, sollen weiter unten eingehender erwähnt werden.

Aus den Darlegungen der zitierten Autoren geht hervor, daß es verhältnismäßig gut möglich ist, den *Wurzelkanal* eines gangränösen Zahnes mit unsern gebräuchlichen Desinfektionsmitteln keimfrei zu machen. Ob dies mit den angegebenen Medikamenten auch beim *Dentin* gelingt, soll in dieser Arbeit untersucht werden.

III. Eigene Untersuchungen.

Einteilung der untersuchten Fälle.

1. Mit Asphalin behandelte Zähne:

Incisivi	1
Canini	1
Prämolaren	3
Molaren	3
Total	8

2. Mit Rivanol behandelte Zähne:

Prämolaren	2
Molaren	2
Total	4

3. Mit Jodoformpaste behandelte Zähne:

Prämolaren	1
Molaren	2
Total	3

4. Mit Jod behandelte Zähne:

Prämolaren	2
Molaren	2
Total	4

Es wurden somit im ganzen 19 Fälle untersucht, welche mir teils von der Universitätsklinik, teils von der Volkszahnklinik zur Verfügung gestellt wurden.

Methode der Behandlung und Technik der Entnahme des Materials.

Bei der klinischen Behandlung der Fälle ging ich nach der am Basler Universitätsinstitut üblichen Methode vor:

In der *I. Sitzung* wurde die Kavität gesäubert, von allem cariösen Dentin befreit und zur bequemen weiten Eröffnung der Pulpakammer exkaviert. Dann erfolgte die kegelförmige Erweiterung der Kanaleingänge mit Kerr-Broaches. — In die Pulpakammer und auf die Kanaleingänge wurde jetzt das betreffende Medikament auf einem kleinen Wattebausch eingelegt und die Kavität mit Zinkoxyd-Zinksulfatzement verschlossen. — Bei den mit Jod am Catgutfaden behandelten Fällen wurden die Kanäle in ihrem oberen bzw. unteren Drittel vorsichtig mit dem Nervextraktor ausgeräumt, der Jod tragende Catgutfaden lose eingelegt und die Kavität wie oben verschlossen. — Dauer dieser ersten Einlage: in der Regel 2—3 Tage. Sie bezweckt die Desinfektion der Pulpakammer und des Inhalts der Wurzelkanäle.

In der *II. Sitzung* wurde nach Anlegen des Kofferdams der provisorische Verschluß sowie die Einlage entfernt. Nach der nochmaligen Erweiterung der Kanaleingänge wurde eine 50proz. Lösung von Aqua regia in die Kanäle gebracht und hochgepumpt. Hierauf konnten die Gangränmassen mit dem Nervextraktor entfernt werden. Diese Prozedur wiederholte ich solange, bis die Aqua regia wieder klar herauskam. Jetzt wurden die Kanäle mit sterilen Papierspitzen leicht ausgewischt und Antiformin eingebracht. Zwischen Aqua regia und Antiformin geht unter lebhafter Abspaltung von Chlor und nascierendem Sauerstoff die bekannte Reaktion vor sich:

$$HNO_3 + NaClO = NaNO_3 + HCl + \mathbf{O}$$
$$2\,HCl + NaClO = NaCl + H_2O + \mathbf{Cl_2}.$$

Durch nachfolgendes Hochpumpen von Wasserstoffsuperoxyd wurde der Chlorgeruch zum Verschwinden gebracht. Auch hier entsteht wieder Sauerstoff nach der Reaktion:

$$H_2O_2 + NaClO = NaCl + H_2O + \mathbf{O_2}.$$

Durch diese aufschäumende Reaktion werden die letzten Reste der zersetzten Pulpa aus dem Kanal herausbefördert. Nach wiederholtem Auswischen des Kanals mit sterilen Papierspitzen war derselbe jetzt sauber und zur Aufnahme der *zweiten Einlage* bereit. Diese Einlage wurde ganz lose eingelegt und wieder 2 bis 4 Tage belassen. Sie bezweckt die Desinfektion der apikalen Verzweigungen und des *Dentins*. — Nach der angegebenen Zeit wurde die Einlage durch eine neue ersetzt. Durchschnittlich machte ich bei jedem Zahne 4—5 Einlagen, so daß die Wurzeln 3—4 Wochen oder noch länger unter der Einwirkung des betreffenden Medikamentes blieben. Die Einlagen mit Asphalin, Rivanol und Jodoformpaste wurden mittels sterilen Papierspitzen appliziert und ich bestrebte mich dieselben, wo immer es anging, bis zum *Foramen apicale* oder nach künstlicher Erweiterung desselben *durch* dieses zu schieben. Wir werden weiter unten sehen, daß diesem Punkte hinsichtlich des Erfolges der Behandlung einige Bedeutung zuzuschreiben ist.

Für die *Technik der Entnahme des Materials* zur bakteriologischen Untersuchung wandte ich unter Beachtung bestmöglicher Asepsis die von *Girard* angegebene Methode an:

Zur möglichst sterilen Entnahme des Zahnes aus dem Munde wurden Krone, Zahnhals und die umgebende Gingiva kurz vor der Extraktion intensiv mit Jodtinktur bepinselt. Darauf folgte die Extraktion. Der extrahierte Zahn wurde sofort in eine bereitstehende, verschließbare kleine Glasschale, welche sterile physiologische Kochsalzlösung enthielt, gelegt und kam höchstens 15 Minuten nach der Extraktion ins bakteriologische Laboratorium. Dort wurde der Zahn mit ausgeglühter Pinzette der Kochsalzlösung entnommen, die Wurzel vorerst mit Wasserstoffsuperoxyd 3proz. gründlich abgewaschen, dann mit 70proz. Alkohol abgespült und durch 2—3maliges rasches Durchziehen über der Flamme des Bunsenbrenners getrocknet. Hierauf wurde die Wurzelspitze mit steriler Knochenzange abgetrennt und die erhaltene Schnittfläche rasch 2—3mal durch die Flamme gezogen. Von der Schnittfläche aus bohrte ich nun mit einem sterilen Rosenbohrer kleinster Nummer 2—3 Kanäle ins Wurzeldentin, und zwar parallel zum Wurzelkanal in der Richtung gegen die Krone. Der so erhaltene *Bohrstaub* wurde in ein kurz vorher ausgeglühtes Uhrenglas fallen gelassen und mit steriler physiologischer Kochsalzlösung aufgeschwemmt. Mit diesem Material impfte ich je 3 Ösen in 5 Bouillonröhrchen. Ein sechstes Röhrchen wurde zur Kontrolle unbeimpft gelassen und mit den übrigen während 8 Tagen im elektrischen Brutschrank bei 37° C bebrütet.

Zur Anlegung der Kulturen kamen folgende Nährböden in Anwendung:

1. Traubenzucker-Eiweiß-Bouillon mit Zusatz von Organsubstanz (Leber),
2. Schottmüllerscher Blutagar in Petrischalen,
3. Serumagar in Petrischalen,
4. Serumagar in Röhrchen zu Stichkulturen.

In Bouillon mit *Zusatz von Organsubstanz* lassen sich bekanntlich auch bei Zutritt von Luft viele *anaerobe Bakterien* züchten. (Bei Pulpagangrän spielen Anaerobier ja eine große Rolle.) Trotzdem habe ich aber auch noch *streng anaerobe Kulturen* nach dem Verfahren von *Buchner* angelegt.

Die Nährsubstrate wurden mir von der hiesigen hygienischen Anstalt jede Woche zubereitet, und ich hatte deshalb den Vorteil, dieselben stets in frischem Zustand bei der Hand zu haben.

Von jedem behandelten Zahne führte ich ein genaues Protokoll über die Art und die Dauer der Einlagen sowie über den Zustand der Wurzel, den ich am extrahierten Zahne feststellte. Bei mehrwurzligen Zähnen wurde für *jede Wurzel* ein *separates Protokoll* geführt. Ebenso verfuhr ich bei der bakteriologischen Untersuchung, wobei aus dem Bohrstaub jeder einzelnen Wurzel je 5 Röhrchen beimpft wurden. Von *jeder* Bouillonkultur wurden Ausstriche gemacht, die nach *Gram* gefärbt und mikroskopisch untersucht wurden. Aus je 2—3 Röhrchen einer Kulturserie wurden außerdem Überimpfungen auf die angegebenen *festen* Nährböden vorgenommen, von den hieraus erhaltenen Kulturen ebenfalls gefärbte Ausstriche gemacht und dieselben wieder mikroskopisch untersucht; im gesamten wurden 230 Röhrchen beimpft.

Bemerkungen über die angewandten Medikamente.

A. Asphalin.

Asphalin ist eine weiße Paste und besteht aus:

1. Trioxymethylen,
2. Campher,
3. Thymol,
4. Zinkoxyd.

Es wurde von *A. Maillart* für die Therapie der Pulpagangrän empfohlen. *Maillart* schreibt über das Asphalin:

„Das *wirksame Agens* dieser Paste ist das Trioxymethylen. Wie bekannt, ist letzteres ein Polymeres des Formaldehyds, und zwar hat es die Form eines weißen Pulvers. Formaldehyd ist ein gasförmiger Körper, kann also nur in (wässeriger) Lösung verwendet werden. Das bedingt den Nachteil einer ungleichmäßigen Wirkungsweise, denn die wässerige Lösung ist nicht stabil — kann es auch nicht sein, da sie sonst für ihre Zwecke der Desinfektion unwirksam wäre. Im Gegensatz dazu ist das Trioxymethylen, eben weil es *Substanz* ist und *nicht in Lösung* verwendet wird, viel sicherer zu dosieren und anhaltender in der Wirkung" usw.

Das Asphalin kommt in 2 Konsistenzgraden in den Handel. Die härtere Form besitzt eine abgeschwächtere, dafür aber anhaltendere Wirkung als die weiche und ist beim Beginn der Behandlung indiziert, während das weiche Asphalin für die nachfolgenden Einlagen in Betracht kommt.

B. Rivanol.

Rivanol ist ein Derivat des Acridinfarbstoffes und wird von den Höchster Farbwerken hergestellt. Es ist ein gelbes, leicht lösliches Pulver. Die Lösungen sind ebenfalls gelb. Rivanol besitzt eine hohe keimwidrige Kraft. Nach *Morgenroth* genügt eine Verdünnung von 1 : 100000, um Streptokokken im Reagenzglase abzutöten. Außerdem hat es die wertvolle Eigenschaft, daß es Eiweiß nicht koaguliert und mit ihm keine Verbindung eingeht. Die Reizwirkung auf die verschiedenen Körpergewebe ist sehr gering. — Für meine Versuche benützte ich eine $2^0/_{00}$ *wässerige Lösung.*

C. Jodoformpaste (Walkhoff).

Diese Platte besteht im wesentlichen aus Jodoform und einer Lösung von Chlorphenolcampher-Menthol. — Im Jodoform haben wir ein seit langem bekanntes Antisepticum, das sich dank seines günstigen Verhaltens gegenüber den periapikalen Geweben vorzüglich zur Behandlung der septischen Pulpaerkrankungen eignet. — Nach *Walkhoff* besitzt das Jodoform mehr *Kontakt-* als Fern*wirkung.* Bei einer eitrigen oder gangränös zerfallenen Pulpa ist das angrenzende lebende Gewebe als putrides Geschwür zu betrachten, das an seiner Oberfläche beständig mehr oder weniger Sekrete absondert. Das in einem solchen Falle als Wurzelfüllung angewandte Jodoform hemmt die Wundsekretion und vermag evtl. noch vorhandene Mikroorganismen sowie die von ihnen erzeugten Gewebsgifte zu bekämpfen. Durch Anwendung der von *Walkhoff* vorgeschlagenen Kombination von Chlorphenolcampher und Menthol in gesättigter Lösung wird „eine *schnell* einsetzende, *lang dauernde* Vergasung von Desinfizientien in der

Pulpakammer" hervorgerufen. Der richtig abgestimmte *Mentholgehalt* dieser Lösung schaltet die früher gefürchtete Ätzwirkung des Chlorphenols aus.

Außerdem besitzt Menthol neben einer lokalanästhetischen Wirkung auch eine auf Gefäßkontraktion beruhende entzündungshemmende Eigenschaft. *Walkhoff* schreibt über die Jodoformpaste: „Gemische des Chlorphenols mit Campher, Menthol und Jodoform behalten eine viel längere antiseptische Dauerwirkung. Sie schaffen in dem großen Hohlraume der Pulpakammer wie in ihren Abzweigungen eine antiseptische *Daueratmosphäre*, welche die Entwicklung und das Leben von etwa noch vorhandenen Mikroorganismen in ihren entferntesten Schlupfwinkeln *hemmt* und sie *vernichtet*".

D. Jod.

Die hervorragende keimtötende Wirkung des Jods und seine große Anwendung in der allgemeinen Heilkunde sind hinlänglich bekannt. — Ich benutzte für die Einlagen kurze, der ungefähren Länge der zu behandelnden Wurzel entsprechende *Catgutfäden*, die mit Jod imprägniert und in einer $1^0/_{00}$ *alkoholischen Jodlösung* aufbewahrt waren. Die präparierten Catgutstäbchen wurden mir, samt der genannten Jodlösung *in Ampullen* eingeschlossen, von Prof. *Müller* zur Verfügung gestellt. Leider ist die Wirkung dieser Einlagen nur von kurzer Dauer. Nach 48 Stunden war der beim Einlegen schwarzbraun gefärbte Catgutfaden vollständig entfärbt oder nur noch schwach gelblich. Das heißt: nach dieser Zeit ist das an den Catgutfaden gebundene Jod wegsublimiert; es wird von den angrenzenden lebenden Geweben resorbiert und seine Wirkung hört damit auf. Um diese Jodtherapie wirksam zu gestalten, müßten die Einlagen täglich oder mindestens jeden zweiten Tag erneuert werden, was mir aber mit Rücksicht auf die den arbeitenden Patienten zur Verfügung stehende Zeit nicht immer möglich war.

Versuchsergebnisse.

A. Mit Asphalin vorbehandelte Fälle.

Tabelle 1.

Zahn	Anzahl der Einlagen	Dauer (Tage)	Anzahl der beimpften Röhrchen	Resultate nach 24 Std. +	24 Std. −	48 Std. +	48 Std. −	8 Tagen +	8 Tagen −
$\underline{1}$	4	21	5 Dentin	0	5	0	5	0	5
$\underline{\lfloor 3}$	4	12	5	2	3	3	2	3	2
$\underline{\lfloor 4}$ p.	4	40	5	0	5	0	5	0	5
b.	4	40	5	1	4	1	4	1	4
$\overline{4\rfloor}$	4	25	5	0	5	0	5	0	5
$\overline{5\rfloor}$	5	34	5	0	5	0	5	0	5
$\underline{\lfloor 6}$ p.	4	14	5	0	5	0	5	0	5
d. b.	4	14	5	0	5	0	5	0	5
m. b.	4	14	5	0	5	0	5	0	5
$\underline{6\rfloor}$ p.	5	60	5	0	5	0	5	0	5
d. b.	5	60	5	3	2	3	2	3	2
m. b.	5	60	5	3	2	3	2	3	2
$\overline{6}$ d.	4	20	5	0	5	0	5	0	5
m.	4	20	5	0	5	0	5	0	5

Abkürzungen: b. = buccale Wurzel; *d.* = distale Wurzel; *p.* = palatinale Wurzel; *m. b.* = mesio-buccale Wurzel; *d. b.* = disto-buccale Wurzel; *m.* = mesiale Wurzel.

Aus dieser ersten Tabelle ersehen wir folgendes: Von 8 mit Asphalin behandelten Zähnen sind bei *5 Fällen* die mit Dentinbohrstaub beimpften Bouillonröhrchen nach 8tägigem Bebrüten vollständig *steril geblieben*. In den übrigen 3 Fällen zeigte ein Teil der Röhrchen bereits nach 24 Stunden Trübung und Bodensatz. Es handelt sich hierbei um den $\lfloor\underline{3}$, wo nach 24 Stunden 2 Röhrchen ein positives Resultat ergaben. Nach 48 Stunden erwies sich auch noch ein drittes Röhrchen als infiziert, während die übrigen zwei steril blieben. — Bei dem $\lfloor\underline{4}$ war die palatinale Wurzel nach 40 Tagen steril, während aus der buccalen nach dieser Zeit noch Bakterien gezüchtet werden konnten. Es handelt sich hierbei jedoch nur um 1 Röhrchen, das eine leichte Trübung ohne Bodensatz zeigte. Die übrigen 4 blieben steril. – Im dritten Falle, dem $\underline{6}\rfloor$ erwies sich nach 60 Tagen nur die palatinale Wurzel als keimfrei, während aus der disto-buccalen und der mesio-buccalen Wurzel je 3 Röhrchen nach 24 Stunden Wachstum zeigten.

Verglichen mit den Resultaten von *Girard*, welcher Gelegenheit hatte, 23 mit Asphalin behandelte Zähne zu untersuchen, haben meine Versuche weniger gute Ergebnisse erzielt. *Girard* konnte nach der Desinfektion mit Asphalin im Dentin in 19 der 23 untersuchten Fälle keine lebenden Bakterien mehr nachweisen. Dieser Unterschied der Resultate ist wohl auf die kleinere Zahl der Fälle, die mir zur Verfügung standen, sowie auf die Gattung der Zähne zurückzuführen. Die von *Girard* untersuchten Fälle gehören zur Hälfte dem Frontgebisse an, wo die Behandlung infolge der günstigeren Wurzelverhältnisse im vornherein mehr Aussicht auf Erfolg hat als bei Molaren und Prämolaren.

B. Mit Rivanol vorbehandelte Fälle.

Tabelle 2.

Zahn	Anzahl der Einlagen	Dauer (Tage)	Anzahl der beimpften Röhrchen	Resultate nach 24 Std. +	24 Std. –	48 Std. +	48 Std. –	8 Tagen +	8 Tagen –
$\lfloor\underline{4}$ p.	6	25	5	0	5	0	5	0	5
b.	6	25	5	0	5	0	5	0	5
$\overline{\lfloor 4}$	4	10	5	0	5	0	5	0	5
$\lfloor\underline{6}$ p.	4	16	5	3	2	3	2	3	2
d. b.	4	16	5	3	2	5	0	5	0
m. b.	4	16	5	3	2	5	0	5	0
$\lfloor\underline{6}$	5	20	5	0	5	0	5	0	5
d. b.	5	20	5	0	5	0	5	0	4
m. b.	5	20	5	2	3	2	3	2	3

Von 4 mit Rivanol behandelten Fällen wiesen nach Tabelle 2 zwei Zähne eine vollständige Keimfreiheit des Wurzeldentins auf. In den beiden anderen Fällen waren die Wurzeln nach 4 bzw. 5 Einlagen noch infiziert. Bei einem dieser beiden $\lfloor\underline{6}$ gingen aus dem Dentin aller drei Wurzeln Kulturen auf, und zwar zeigten sämtliche Röhrchen aus der disto-buccalen und der mesio-buccalen Wurzel nach 48stündigem Bebrüten Wachstum, während von den 5 Röhrchen aus der palatinalen Wurzel 3 infiziert waren; die anderen 2 blieben steril. Beim zweiten $\lfloor\underline{6}$ waren die palatinalen und die disto-buccale Wurzel nach 20 Tagen steril. Aus der mesio-buccalen Wurzel zeigten 2 Kulturröhrchen nach dieser Zeit Trübung.

C. Mit Jodoformpaste (Walkhoff) vorbehandelte Fälle.

Tabelle 3.

Zahn	Anzahl der Einlagen	Dauer (Tage)	Anzahl der beimpften Röhrchen	Resultate nach 24 Std. +	24 Std. −	48 Std. +	48 Std. −	8 Tagen +	8 Tagen −
$\underline{4}$ p.	4	17	5	0	5	0	5	0	5
b.	4	17	5	0	5	0	5	0	5
$\underline{6}$ p.	4	14	5	3	2	4	1	4	1
d. b.	4	14	5	0	5	0	5	0	5
m. b.	4	14	5	0	5	0	5	0	5
$\underline{7}$ p.	4	14	5	0	5	0	5	0	5
d. b.	4	14	5	0	5	0	5	0	5
m. b.	4	14	5	0	5	0	5	0	5

Aus Tabelle 3 geht hervor, daß in 3 mit Jodoformpaste (*Walkhoff*) behandelten Fällen die Desinfektion des Wurzeldentins bei 2 Zähnen eine vollständige war, und zwar nach je 4 Einlagen mit einer Liegedauer von 17 bzw. 14 Tagen. — Im 3. Falle, dem $\underline{6}$ ging aus der palatinalen Wurzel Wachstum auf, und zwar ergaben nach 24 Stunden 3 Röhrchen aus dieser Wurzel ein positives Resultat: nach weiteren 24 Stunden war auch noch ein 4. infiziert. Ein Röhrchen blieb steril. Die beiden buccalen Wurzeln dieses Zahnes erwiesen sich als vollkommen keimfrei.

D. Mit Jod (Catgutfaden) vorbehandelte Fälle.

Tabelle 4.

Zahn	Anzahl der Einlagen	Dauer (Tage)	Anzahl der beimpften Röhrchen	Resultate nach 24 Std. +	24 Std. −	48 Std. +	48 Std. −	8 Tagen +	8 Tagen −
$\overline{5}$	5	18	5	5	0	5	0	5	0
$\underline{4}$ p.	4	10	5	0	5	0	5	0	5
b.	4	10	5	0	5	0	5	0	5
$\underline{6}$ p.	5	14	5	0	5	0	5	0	5
d. b.	5	14	5	0	5	0	5	0	5
m. b.	5	14	5	0	5	0	5	0	5
$\overline{6}$ d.	5	16	5	0	5	0	5	0	5
m.	5	16	5	5	0	5	0	5	0

Tabelle 4 zeigt die Resultate der Jodbehandlung an 2 Prämolaren und 2 Molaren. Eine vollständige Sterilität des Dentins sämtlicher Wurzeln wurde bei 2 Zähnen erreicht, und zwar beim $\underline{4}$ und dem $\underline{6}$. — Die mit Dentinstaub aus der Wurzel des $\overline{5}$ beimpften Bouillonröhrchen zeigten nach 24 Stunden Aufenthalt im Brutschrank Trübung und Bodensatz. — Dasselbe Ergebnis zeigten die Kulturen aus der mesialen Wurzel des $\overline{6}$: die distale Wurzel dieses Zahnes hingegen blieb steril.

Die Röntgenaufnahme in Abb. 1 illustriert die Wurzelverhältnisse des in Tabelle 4 aufgeführten $\overline{6}$. Während die distale Wurzel dieses Zahnes eine bequeme Erweiterung des Kanals bis zum Foramen apicale und durch dieses hindurch zuließ, war dies bei der mesialen Wurzel nicht möglich. Auf dem Bilde

läßt sich an der in den mesialen Wurzelkanal eingeführten Donaldsonnadel deutlich eine Abbiegung der Wurzelspitze nach distalwärts wahrnehmen (Abb. 1).

Abb. 1.

Wie bereits erwähnt, stellte ich nach der Extraktion jedes Zahnes, kurz vor der Wegnahme der Wurzelspitze fest, ob es mir während der Behandlung gelungen war, den Apex der Wurzel so zu erweitern, daß ich das apikale Ende der mit dem Medikament versehenen Papierspitze darüber hinausschieben konnte. Nach Erhalt der Ergebnisse aus den angelegten Kulturen ergab sich in bezug auf obige Feststellung folgendes Resultat:

In allen jenen Fällen, in denen sich die Einlage, wenn auch nur um ein geringes, *über die Wurzelspitze* hinaus applizieren ließ, war das Ergebnis der bakteriologischen Untersuchung der Dentinstaubproben *negativ*, d. h. es gelang mir, diese Wurzeln keimfrei zu machen. In jenen Fällen aber, wo der *Apex* aus irgendeinem Grunde *undurchgängig* war, blieb das Dentin der Wurzel *infiziert*.

Bakteriologische Befunde.

Über die bei Pulpagangrän vorkommenden Mikroorganismen ist bereits eine umfangreiche Literatur vorhanden. Von den hauptsächlichen neueren Arbeiten seien die Untersuchungen von *Idmann*, *Monier*, *Cuendet*, *Schick* und *Fischer* und *Girard* erwähnt. Letzterer stellte namentlich die im *Dentin* gangränöser Wurzeln vorkommenden Bakterien fest.

Bei meinen Untersuchungen war es mir hauptsächlich darum zu tun, festzustellen, ob sich im Dentin gangränöser Wurzeln nach Behandlung derselben mit den von mir angewandten Desinfektionsmitteln noch *lebende Keime nachweisen lassen oder nicht*. Ich verzichtete deshalb auf eine genaue Differenzierung der beobachteten Mikroorganismen und begnügte mich, die auf den mikroskopischen Präparaten vorkommenden Bakterien in morphologischer Hinsicht zu unterscheiden.

Während *Girard* bei den nach *Asphalinbehandlung* infiziert gebliebenen Fällen *immer* und in jeder Kultur neben grampositiven Stäbchen *Streptokokken* (und zwar hauptsächlich den Streptococcus pyogenes longus) nachweisen konnte, habe ich in den von mir mit *Asphalin* behandelten Zähnen deutlich erkennbare Streptokokkenketten *nie* beobachten können.

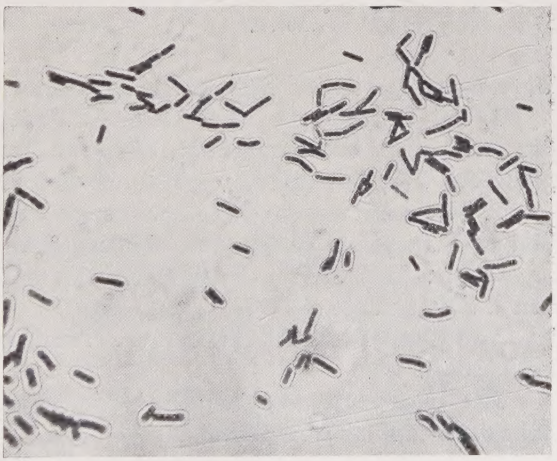

Abb. 2. Mikrophotographie einer Kultur grampositiver Stäbchen (aufgenommen von Prof. Dr. *O. Müller*).

Dagegen waren sozusagen in sämtlichen Präparaten dieser Versuchsreihe *grampositive Stäbchen* zu sehen. Meistens waren sie zusammen mit *Staphylokokken* anzutreffen. In einem Falle konnte ich in den Präparaten, die direkt aus den mit Dentinstaub beimpften Bouillonröhrchen stammten, die genannten Stäbchen allein, d. h. in *Reinkultur*, beobachten (Abb. 2).

Staphylokokken kamen in ungefähr zwei Dritteln der Präparate vor.

Die Präparate hingegen, die aus den Kulturen jener Wurzel stammten, welche nach Behandlung mit Rivanol, Jodoformpaste und Jod noch infiziert waren, zeigten im Gegensatz zu obigen Befunden ein wesentlich anderes Bild. Hier waren fast immer *Streptokokken* vorhanden. Ich konnte *lange* und *kurze* Ketten unterscheiden. Kurze Ketten waren in der Regel auf den Ausstrichpräparaten, welche direkt aus den Bouillonkulturen hergestellt waren, zu beobachten. Lange Ketten kamen namentlich auf Präparaten vor, die den Kolonien fester Nährböden und nach mehrtägigem Bebrüten entnommen waren.

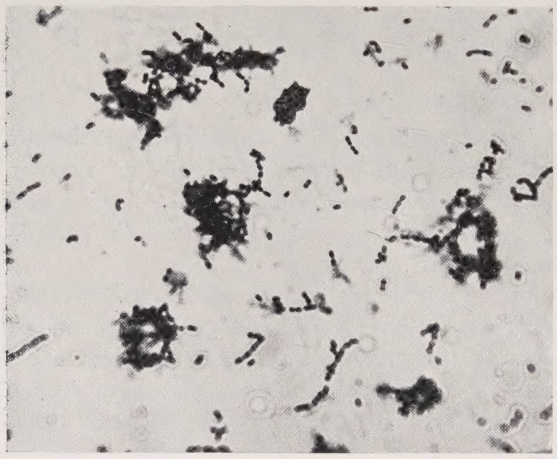

Abb. 3.

Abb. 3 zeigt die Mikrophotographie einer *Streptokokken*-(Bouillon-)Kultur. Die Aufnahme wurde ebenfalls von Prof. Dr. *O. Müller* hergestellt.

Die auf Ausstrichen von Bouillonkulturen beobachteten Streptokokken waren immer mit *Staphylokokken* vergesellschaftet. Grampositive Stäbchen konnte ich auf diesen Präparaten nur vereinzelt beobachten.

4. Schlußfolgerungen.

Die Ergebnisse der in dieser Arbeit ausgeführten Untersuchungen lassen sich wie folgt zusammenfassen.

1. Bei Pulpagangrän läßt sich die Desinfektion des Dentins namentlich dann erreichen, wenn es gelingt, die medikamentösen Einlagen möglichst weit gegen das Foramen apicale oder durch dieses hindurch zu schieben.

2. Unter Anwendung von Asphalin, Rivanol $2^0/_{00}$, Jodoformpaste (*Walkhoff*) und Jod wurden 19 Fälle von Pulpagangrän behandelt und bakteriologisch untersucht. In 8 Fällen, die mit Asphalin behandelt wurden, war das Dentin von 5 Zähnen nach 4—5 Einlagen keimfrei.

Von 4 mit Rivanol behandelten Zähnen waren 2 Zähne nach 6 bzw. 4 Einlagen steril.

Mit Jodoformpaste gelang die Desinfektion des Dentins von 3 behandelten Zähnen in 2 Fällen vollständig.

Bei 4 mit Jod (am Catgutfaden) behandelten Fällen wurde eine vollständige Keimfreiheit des Dentins in 2 Zähnen nach 4—5 Einlagen erreicht.

3. In den nach Asphalineinlagen infiziert gebliebenen Fällen konnten im Gegensatz zu den Resultaten von *Girard* auf den mikroskopischen Präparaten keine Streptokokken beobachtet werden. Am häufigsten waren grampositive Stäbchen zu sehen, die meist mit Staphylokokken vergesellschaftet waren. Staphylokokken wurden in ungefähr zwei Drittel der Präparate beobachtet.

In den Fällen hingegen, die nach Behandlung mit Rivanol, Jodoformpaste und Jod noch Bakterienwachstum zeigten, waren auf den mikroskopischen Präparaten hauptsächlich Streptokokken zu sehen. Daneben wurden auch Staphylokokken und vereinzelte grampositive Stäbchen beobachtet.

Die abgetrennten Wurzelspitzen der untersuchten Fälle wurden zwecks histologischen Untersuchungen in Kaninchenohren implantiert. Über diese Ergebnisse wird eine spätere Arbeit berichten.

Literaturverzeichnis.

[1] *Arkövy*, Experimentelle Untersuchungen über Gangrän an der Zahnpulpa und Wundgangrän. Zbl. Bakter. I Orig. **1898**, Nr 21. — [2] *Baumgartner*, Mikroorganismen der Mundhöhle. Österr.-ungar. V. f. Z. **1908**, H. 2. — [3] *Blessing*, Untersuchungen über den antibakteriellen Wert einiger bei der Therapie der Pulpagangrän gebräuchlichen Mittel. Dtsch. Mschr. Zahnheilk. **1914**, 763. — [4] *Cevey*, Klinisch-bakteriologische Untersuchung über die Reinfektion der Wurzelkanäle. Schweiz. Mschr. Zahnheilk. **1917**. — [5] *Cuendet*, Klinisch-bakteriologische Untersuchungen über die Wirkung der Triopaste auf die Gangraena pulpae. Schweiz. V. Zahnheilk. **1920**, Nr 1. — [6] *Girard*, Über die Infektion des Dentins bei Pulpagangrän und deren Behandlung mit Asphalin. Inaug.-Diss. Basel 1927. — [7] *Gysi*, Einiges über Mumifikationsmittel. Schweiz. V. Zahnheilk. **1899**, 25. — [8] *Heinemann*, Die Wurzelfüllung. Verlag von Hermann Meusser, Berlin 1926. — [9] *van Laer*, Les microbes de la bouche. Schweiz. Mschr. Zahnheilk. **1926**, H. 5. — [10] *Lehmann-Neumann*, Bakteriologische Diagnostik. 7. Aufl. 1927. — [11] *Lucas*, Bacteriology of the periapical tissues of pulpless and viable teeth. Dent. Cosmos **1927**, H. 10. — [12] *Mayrhofer*, Prinzipien einer rationellen Therapie der Pulpagangrän und ihrer häufigsten Folgen. Verlag von G. Fischer, Jena 1909. — [13] *Olsen*, Bakteriologisches Taschenbuch. — [14] *Schick* und *Fischer*, Bakteriologische Untersuchungen und solche über die Wirkung einiger Entkeimungsmittel. Dtsch. Mschr. Zahnheilk. **1928**, H. 6. — [15] *Walkhoff*, Mein System der medikamentösen Behandlung schwerer Erkrankungen der Zahnpulpa und des Periodontiums. Verlag von Hermann Meusser, Berlin 1928.